

引用:刘志凤,陈金平,刘家玥,张汉钰,孙佳伟,张英琦,王锡友,张洋.舒筋四法对肌肉痉挛大鼠骨骼肌生物力学及形态学的影响[J].中医药导报,2026,32(2):32-35,52.

舒筋四法对肌肉痉挛大鼠骨骼肌生物力学及形态学的影响*

刘志凤¹,陈金平²,刘家玥²,张汉钰²,孙佳伟²,张英琦²,王锡友¹,张洋¹
(1.北京中医药大学东直门医院,北京 100700;
2.北京中医药大学针灸推拿学院,北京 102488)

[摘要] 目的:探究舒筋四法对肌肉痉挛大鼠骨骼肌生物力学及形态学的影响。方法:将36只SD大鼠随机分为空白组(6只)和造模组(30只),造模组以肌筋膜疼痛综合征(MPS)腓肠肌痉挛模型模拟肌肉痉挛。将30只造模成功大鼠随机分为模型组、揉法组、拨法组、揉法组、牵拉法组,每组6只。揉法组、拨法组、揉法组、牵拉法组大鼠分别予舒筋四法(揉法、拨法、揉法、牵拉法)进行定时、定性、定量干预。使用Myoton Pro数字化肌肉功能系统评估患侧腓肠肌肌张力、肌肉弹性、肌肉硬度,通过透射电镜观察腓肠肌肌纤维排列、线粒体等超微结构。结果:干预后,揉法组、拨法组、牵拉法组、揉法组大鼠腓肠肌肌张力及肌肉硬度均低于干预前($P<0.05$),且揉法组、拨法组、牵拉法组、揉法组大鼠腓肠肌肌张力及肌肉硬度均低于模型组($P<0.05$);干预后,揉法组、拨法组、牵拉法组、揉法组大鼠肌肉弹性均高于干预前($P<0.05$),且揉法组、拨法组、牵拉法组、揉法组大鼠肌肉弹性均高于模型组($P<0.05$)。模型组腓肠肌肌原纤维排列紊乱,Z线模糊,明暗带不清晰,肌节短缩,线粒体形态异常;揉法组、拨法组、揉法组、牵拉法组大鼠腓肠肌肌原纤维排列较规则,明暗带较清晰,线粒体增多。结论:舒筋四法可以恢复肌肉痉挛大鼠腓肠肌肌张力、硬度及弹性,改善腓肠肌超微结构。

[关键词] 肌肉痉挛;肌筋膜疼痛综合征;推拿;舒筋;生物力学;形态学;大鼠

[中图分类号] R244.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-951X(2026)02-0032-04

DOI: 10.13862/j.cn43-1446/r.2026.02.006

The Effects of the "Four Manipulations of Muscle Release" on the Biomechanics and Morphology of Skeletal Muscle in Rats with Muscle Spasms

LIU Zhifeng¹, CHEN Jinping², LIU Jiayue², ZHANG Hanyu², SUN Jiawei²,
ZHANG Yingqi², WANG Xiyou¹, ZHANG Yang¹

(1.Dongzhimen Hospital, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100700, China; 2.School of Acupuncture-Moxibustion and Tuina, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 102488, China)

[Abstract] Objective: To investigate the effects of the "Four Manipulations of Muscle Release" on the biomechanics and morphology of skeletal muscle in rats with muscle spasm. Methods: A total of 36 SD rats were randomly divided into a blank control group ($n=6$) and a modeling group ($n=30$). Muscle spasm was simulated using a myofascial pain syndrome (MPS) model of the gastrocnemius muscle in the modeling group. The 30 successfully modeled rats were then randomly divided into the model group, kneading group, plucking group, rolling group, and stretching group, with 6 rats in each group. Rats in the kneading, plucking, rolling, and stretching groups received regular, qualitative, and quantitative intervention using the corresponding "Four Manipulations of Muscle Release" (kneading, plucking, rolling, and stretching). The tension, elasticity, and stiffness of the affected gastrocnemius muscle were assessed using the Myoton Pro digital muscle function system. The ultrastructure, including myofibril arrangement and mitochondria, was observed by transmission electron microscopy. Results: After intervention, the muscle tension and stiffness in the kneading, plucking, rolling, and stretching groups were significantly lower than those measured before intervention ($P<0.05$). Compared to the model group, the kneading, plucking, rolling, and stretching groups showed significantly lower muscle tension

*基金项目:国家自然科学基金项目(82305427);中央高水平医院临床科研业务费资助项目(CZ015)

通信作者:张洋,男,主治医师,研究方向为推拿治疗软组织损伤疾病

and stiffness after intervention ($P<0.05$). The muscle elasticity after intervention in the kneading, plucking, rolling, and stretching groups was significantly higher than that before intervention ($P<0.05$). Compared to the model group, the kneading, plucking, rolling, and stretching groups showed significantly higher muscle elasticity after intervention ($P<0.05$). Electron microscopy revealed that in the model group, the myofibrils were irregularly arranged with blurred Z-lines, indistinct light and dark bands, shortened sarcomeres, and abnormally shaped mitochondria. In contrast, the myofibrils in the kneading, plucking, rolling, and stretching groups were arranged more regularly, with clearer light and dark bands and increased numbers of mitochondria. Conclusion: The "Four Manipulations of Muscle Release" can restore the tension, stiffness, and elasticity and improve the ultra-structure of the gastrocnemius muscle in rats with muscle spasms.

[Keywords] muscle spasm; myofascial pain syndrome; Tuina; muscle release; biomechanics; morphology; rats

推拿具有舒筋作用,可缓解肌肉痉挛。此外,推拿可以行气血,散结肿,祛风寒。当肌肉因风寒、外伤等引起肿块、僵硬甚至挛缩时,推拿可使肌肉柔软放松^[1]。研究显示,推拿可以降低痉挛型脑性瘫痪患儿的肌张力^[2-3],减轻肌性斜颈患儿颈部肌肉挛缩^[4-5]。推拿可以降低激痛点模型大鼠肌张力^[6],缓解肌节挛缩^[7-8]。

舒筋手法在推拿中占有重要地位。以舒筋为主的按摩法在《医宗金鉴》中被列为手法总论下的首位,用以通闭散结、缓解肌肉的肿硬麻木。现代推拿在治疗筋伤类疾病时,舒筋理筋也多列为治法之首^[9]。然而,推拿手法中具有舒筋作用的手法有很多,如一指禅推法、擦法、揉法、拨法、拿法、牵拉法等^[10]。不同舒筋手法的刺激量、作用力不同,其作用效果亦不同。现有研究多以单一手法或复合手法为干预手段,无法明确不同手法舒筋的效果。因此,本研究选取揉法、拨法、擦法、牵拉法4种临床常用的舒筋手法,命名为“舒筋四法”,探究不同手法的舒筋效果。

1 材料与方

1.1 实验动物 SPF级雄性SD大鼠36只,6~8周龄,体质量160~180 g,购自斯贝福(北京)生物技术有限公司,动物生产许可证号:SYXK(京)2023-0011,动物质量合格证号:110324241101326852。大鼠饲养于北京中医药大学动物实验房,温度(25±3)℃,湿度40%~60%,自由饮水进食。本研究获得北京中医药大学动物伦理委员会批准(BUCM-2024031501-1152)。

1.2 主要试剂 电镜固定液(美国TedPella公司,批号:2220621);乙醇(批号:20241113)、磷酸氢二钠(批号:20241009)、磷酸二氢钠(批号:20230807,均购自国药集团化学试剂有限公司);812包埋剂(美国SPI公司,批号:1280505);钨酸(美国TedPella公司,批号:4008-221107);醋酸双氧钨(美国Electron Microscopy Sciences公司,批号:220729-01);柠檬酸铅(美国Electron Microscopy Sciences公司,批号:220523-01)。

1.3 主要仪器 动物用实验跑台(北京众实迪科技发展有限公司,型号:ZS-PT-III);生物信息采集系统(成都泰盟软件有限公司,型号:BL-420);Myoton Pro数字化肌肉功能评估系统(爱沙尼亚Myoton AS公司,型号:YQ2017009543);超薄切片机(德国Leica公司,型号:Leica UC7 Ultra);钻石切片

机(瑞士Daitome公司,型号:Ultra 45°);透射电子显微镜(日本电子株式会社,型号:JEM1400)。

1.4 分组及造模 采用随机数字表制定随机分组方案,将36只大鼠分为空白组(6只)和造模组(30只)。适应性饲养1周后,造模组大鼠建立肌筋膜疼痛综合征(myofascial pain syndrome, MPS)腓肠肌痉挛模型^[11-12]。造模期共12周,前8周每周第1天进行钝性打击,异氟烷呼吸麻醉大鼠后,俯卧位固定于自制打击器底端,将1 200 g负重棒从20 cm高度落下击打腓肠肌肌腹位置;第2天进行离心跑台运动,跑台设置:坡度为16°,速度16 m/min,时间90 min;其余5 d正常喂养,不干预。后4周为恢复期,不进行任何处理。造模结束后,触诊腓肠肌,若存在明显的紧张带或结节,肌电图显示存在自发电位,则提示造模成功。造模成功后,采用随机数字表将造模组30只大鼠分为模型组、揉法组、拨法组、擦法组、牵拉法组,每组6只。

1.5 干预方法 造模成功后开始干预,空白组和模型组大鼠常规喂养。揉法组和拨法组大鼠使用按摩推拿手法模拟仪(中国发明专利号:ZL200710187403.1)于大鼠患侧腓肠肌紧张带局部处予以揉法、拨法刺激。参数:频率为2 Hz,力量为4 N。牵拉法组大鼠使用牵拉手法模拟仪(中国发明专利号:ZL201620033984.8)对大鼠患肢进行牵拉刺激,大鼠俯卧位固定前肢,缓慢将其后肢的踝关节跖屈40°。擦法组大鼠由一名具有5年从业经验的推拿医师于患侧腓肠肌紧张带局部进行操作,频率120次/min,每次操作5 min,1次/d,连续干预7次。

1.6 观察指标

1.6.1 生物力学评价 干预前和干预后使用Myoton Pro数字化肌肉功能系统检测大鼠腓肠肌肌张力、肌肉硬度及弹性。于大鼠右下肢完全放松时检测,检测部位为患侧腓肠肌紧张带局部。(1)振荡频率(oscillation frequency, F):F值代表肌张力,是肌肉的内在固有压力,也就是肌肉在放松状态或者没有自主收缩的状态下肌肉自身带有的压力。F值越高,肌肉张力或肌肉内部压力越高。(2)动态硬度(dynamic stiffness, S):S值用于描述肌肉抵抗收缩或抵抗外部压力使之形变的能力。S值越大,肌肉硬度越大。(3)对数衰减值(logarithmic decrement, D):D用于描述肌肉弹性,揭示了肌肉收缩或受到挤压后恢复到原始状态的能力。D越大,肌肉弹性越差。

1.6.2 腓肠超微结构 干预后通过透射电镜观察腓肠肌肌

纤维排列、线粒体等超微机构。大鼠1%戊巴比妥钠(0.35 mL/100 g)腹腔注射麻醉,腹主动脉取血后,取大鼠腓肠肌样品,冰上切成1 mm³左右的骨骼肌块,转移电镜固定液中固定,0.1 mol/L磷酸缓冲液漂洗3次,1%锇酸再固定2 h,0.1 mol/L磷酸缓冲液漂洗3次。酒精、丙酮逐级脱水,812包埋剂包埋,半薄片光学定位,超薄切片,醋酸双氧铀及柠檬酸铅双重染色。使用透射电子显微镜下观察。

1.7 统计学方法 采用IBM SPSS(Version 26.0)软件进行统计分析。计量资料以“均数±标准差”(x̄±s)表示,数据服从正态分布且方差齐时,用单因素方差分析(one way ANOVA),组间比较采用LSD法,组内比较用配对样本t检验;非正态分布或方差不齐时,采用非参数检验进行分析。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 生物力学结果

2.1.1 各组大鼠腓肠肌肌张力比较 干预前,模型组、揉法组、拨法组、擦法组、牵拉法组大鼠腓肠肌肌张力均高于空白组(P<0.05),同时5组大鼠腓肠肌肌张力比较,差异无统计学意义(P>0.05),表明造模后大鼠腓肠肌肌张力明显升高。干预后,揉法组、拨法组、擦法组、牵拉法组大鼠腓肠肌肌张力低于干预前(P<0.05),且4组大鼠腓肠肌肌张力均低于模型组(P<0.05),表明舒筋四法均可降低肌张力。擦法组、牵拉法组大鼠腓肠肌肌张力与空白组比较,差异无统计学意义(P>0.05);揉法组大鼠腓肠肌肌张力低于揉法组(P<0.05)。(见表1)

表1 各组大鼠腓肠肌肌张力比较 (x̄±s, Hz)

组别	n	干预前	干预后	t	P
空白组	6	17.77±0.85	17.82±0.43	-0.126	0.905
模型组	6	20.78±1.02 ^a	20.71±1.43 ^a	0.101	0.924
揉法组	6	21.01±0.55 ^a	19.21±1.07 ^{ab}	4.695	0.005
拨法组	6	21.60±0.82 ^a	19.02±1.07 ^{ab}	3.412	0.019
擦法组	6	21.38±1.07 ^a	17.75±0.83 ^{bc}	4.898	0.004
牵拉法组	6	20.83±0.57 ^a	18.14±0.76 ^b	6.232	0.002
F		16.843	7.917		
P		0.000	0.000		

注:与空白组比较,^aP<0.05;与模型组比较,^bP<0.05;与揉法组比较,^cP<0.05。

2.1.2 各组大鼠腓肠肌肌肉硬度比较 干预前,模型组、揉法组、拨法组、擦法组、牵拉法组大鼠腓肠肌肌肉硬度均高于空白组(P<0.05),同时5组大鼠腓肠肌肌肉硬度比较,差异无统计学意义(P>0.05),表明造模后大鼠腓肠肌肌肉硬度明显升高。干预后,揉法组、拨法组、擦法组、牵拉法组大鼠腓肠肌肌肉硬度均低于干预前(P<0.05),且4组大鼠腓肠肌肌肉硬度均低于模型组(P<0.05),表明舒筋四法均可降低肌肉硬度。揉法组、擦法组大鼠腓肠肌肌肉硬度与空白组比较,差异无统计学意义(P>0.05)。(见表2)

2.1.3 各组大鼠腓肠肌肌肉弹性比较 干预前,模型组、揉法组、拨法组、擦法组、牵拉法组大鼠腓肠肌弹性均低于空白组(P<0.05),同时5组大鼠腓肠肌弹性比较,差异无统计学意义(P>0.05),表明造模后腓肠肌弹性明显降低。干预后,揉法

组、拨法组、擦法组、牵拉法组大鼠腓肠肌弹性均高于干预前(P<0.05),且4组大鼠腓肠肌弹性均高于模型组(P<0.05),表明舒筋四法均可提高肌肉弹性。揉法组、拨法组、擦法组、牵拉法组大鼠腓肠肌弹性与空白组比较,差异无统计学意义(P>0.05)。(见表3)

表2 各组大鼠腓肠肌肌肉硬度比较 (x̄±s, N/m)

组别	n	干预前	干预后	t	P
空白组	6	344.40±15.97	331.97±10.55	2.488	0.055
模型组	6	438.43±42.81 ^a	437.17±47.83 ^a	0.080	0.939
揉法组	6	446.40±30.45 ^a	348.10±25.05 ^b	5.815	0.002
拨法组	6	449.17±15.19 ^a	354.47±11.70 ^{ab}	10.862	0.000
擦法组	6	438.63±29.26 ^a	336.10±26.34 ^b	7.266	0.001
牵拉法组	6	442.33±30.33 ^a	357.60±23.42 ^{ab}	4.434	0.007
F		11.743	12.231		
P		0.000	0.000		

注:与空白组比较,^aP<0.05;与模型组比较,^bP<0.05。

表3 各组大鼠腓肠肌弹性比较 (x̄±s)

组别	n	干预前	干预后	t	P
空白组	6	1.36±0.13	1.38±0.09	-0.261	0.805
模型组	6	1.70±0.19 ^a	1.64±0.10 ^a	0.624	0.560
揉法组	6	1.71±0.17 ^a	1.46±0.09 ^b	2.748	0.040
拨法组	6	1.78±0.18 ^a	1.44±0.10 ^b	3.679	0.014
擦法组	6	1.70±0.20 ^a	1.47±0.11 ^b	2.796	0.038
牵拉法组	6	1.67±0.14 ^a	1.47±0.13 ^b	3.632	0.015
F		4.524	4.210		
P		0.003	0.005		

注:表中数值越高,腓肠肌弹性越低。与空白组比较,^aP<0.05;与模型组比较,^bP<0.05。

2.2 形态学结果 透射电镜结果显示:空白组大鼠腓肠肌肌原纤维排列规则,无明显断裂或间歇扩大,Z线清晰完整,明暗层次分明,肌节间线粒体形态规则,未见肿胀或变性;模型组大鼠腓肠肌肌原纤维排列紊乱,间隙增宽,Z线模糊,甚至出现断裂,明暗带不清晰,肌节缩短,肌节间可见肿胀变性的线粒体;揉法组、拨法组、擦法组、牵拉法组大鼠腓肠肌肌原纤维排列较规则,明暗带较清晰,部分Z线断裂,线粒体增多,部分线粒体肿胀。(见图1)

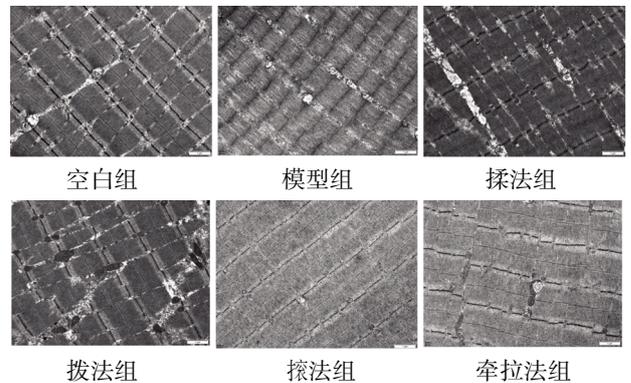


图1 各组大鼠腓肠肌超微结构 (×5 000)

3 讨论

肌肉痉挛属于中医学中“筋强”“筋挛”范畴,是筋伤的典

型表现。筋是五体之一,具有“束骨骼,利关节”的作用,涵盖现代医学中骨骼肌、肌腱等概念,是人体运动过程中不可缺少的结构^[13]。筋的损伤主要分为两类,一类为筋的功能过于亢进,如筋强、筋支、转筋等;另一类为筋的功能过于低弱,如筋弱、筋痿等^[14]。肌肉痉挛属于功能亢进范畴,主要由劳损、外伤、寒邪等导致的气血瘀阻、经络不通引起,主要表现为肌肉僵硬、挛缩、强直等。现代医学中,肌肉痉挛尚无统一定义,通常认为是肌肉或肌群的一种不随意收缩^[15],可以分为中枢性肌肉痉挛和周围性肌肉痉挛。中枢性肌肉痉挛包括脑卒中肌肉痉挛和脑瘫。周围性肌肉痉挛主要由创伤、疲劳损伤、手术等引起,发病部位较局限,临床常见。

MPS模型贴近临床肌肉痉挛表现,是研究肌肉痉挛的适宜模型。目前,模拟肌肉痉挛的模型有MPS模型、肌肉钝挫伤模型、运动性疲劳模型、脑卒中后肌痉挛模型、脊髓损伤后肌痉挛模型等。其中,脑卒中后肌痉挛模型^[16]、脊髓损伤后肌痉挛模型^[17]仅能模拟继发于某种疾病的肌肉痉挛,普适性欠佳。运动性疲劳模型除肌肉痉挛外,还存在诸多全身性的反应,非研究因素较多^[18]。肌肉钝挫伤模型采用多次钝性打击的方法建立,但打击次数及程度尚无统一标准,失败率高^[19]。MPS模型在生物力学、形态学及电生理学方面均符合人类肌肉痉挛的表现。该模型的机制是通过钝性打击直接损伤肌肉,再结合离心运动使肌肉进一步劳损,促使局部产生无菌性炎症,从而使肌肉产生疼痛及痉挛^[20]。MPS模型局部肌肉会出现紧张带和激痛点,触压时有疼痛伴牵扯痛。这些表现均与人类的肌肉痉挛高度符合^[21]。本研究结果表明,造模后大鼠右侧腓肠肌击打部位肌肉明显僵硬紧张,同时出现硬结。电镜结果显示模型组大鼠腓肠肌肌纤维排列不规则,明暗带模糊,同时线粒体数量减少,形态异常,提示造模后MPS大鼠患侧腓肠肌超微结构明显破坏。

生物力学改变是肌肉痉挛的主要病理表现,主要包括肌张力增高、硬度增高、弹性下降等。Myoton Pro是一种手持的数字化肌肉功能评估系统。基本原理是通过给软组织一个轻微的机械冲击,唤起软组织的振动。振动曲线由加速器记录,然后由软件计算以提供振荡频率、肌肉弹性、肌肉硬度和其他生物力学特征参数^[22]。该系统操作简便,可以较好地评估浅表骨骼肌的肌张力、硬度、弹性^[23]。本实验结果显示,模型组、揉法组、拨法组、擦法组、牵拉法组大鼠腓肠肌肌张力和肌肉硬度均高于空白组,肌肉弹性均低于空白组,表明造模后MPS模型大鼠腓肠肌肌张力、硬度升高,弹性下降。

舒筋四法中揉法为环形用力,可通过在施术部位施力,带动深层组织做平面环形运动。揉法刺激量小,为柔性手法。拨法为横向用力,垂直于肌纤维。拨法作用特点是刺激量大,为刚性手法。擦法为纵向用力,可平行于肌纤维碾压用力,且擦法接触面积大、渗透性强。擦法刺激轻重交替,刚柔相济,以柔为主。牵拉法为远端牵拉,可沿着肌纤维用力,以牵拉肌肉。

生物力学结果表明,舒筋四法均可以显著降低腓肠肌肌张力和肌肉硬度,提升肌肉弹性,证实了舒筋手法在调节肌肉生物力学特性方面的整体有效性。肌张力由中枢神经系统和周围神经系统共同调节,肌梭和高尔基腱器在肌张力调节

中起重要作用。擦法和牵拉法在改善肌张力方面的效果较为显著。这可能与牵拉法能够直接作用于肌肉-肌腱复合体,使肌肉纤维被动延长,从而降低神经肌肉单位的兴奋性,并促进肌肉松弛有关。而揉法能使髓器传入冲动,进而抑制肌肉运动神经元,降低肌张力^[24]。在改善肌肉硬度方面,揉法和擦法表现出相对更优效果。损伤后局部水肿、炎症浸润会增加肌肉硬度。揉法和擦法均为偏柔性的手法。揉法特有的环形揉动可能通过增强组织液流动改善局部水肿状态。此外,揉法可能或通过躯体交感反射,使局部血管扩张,改善血液循环^[25]。擦法产生的持续碾压压力可能通过促进局部血液循环加速代谢产物清除,从而改善肌肉硬度。不同力学加载方式对改变肌肉硬度可能具有协同作用。值得注意的是,舒筋四法对肌肉弹性的改善作用相当,表明4种手法整体上均能增强肌肉的机械特性,提高肌肉的柔韧性和顺应性。

综上所述,舒筋四法均可恢复腓肠肌肌张力、肌肉硬度、弹性,改善腓肠肌超微结构。不同舒筋手法在改善肌肉痉挛方面各具特点,其中擦法对于肌张力恢复效果较好,揉法和擦法对于肌肉硬度恢复效果较好。未来研究可进一步探究不同手法的作用机制,为手法治疗的精准化提供理论依据。

参考文献

- [1] 耿楠,洗思彤,于跃,等.推拿在伤筋疼痛治疗中的应用[J].环球中医药,2014,7(6):478-480.
- [2] 崔琦.抑强扶弱推拿法对痉挛型脑性瘫痪儿童肌张力、精细运动能力的影响[J].实用中西医结合临床,2022,22(15):31-34.
- [3] 马丙祥,王芳芳,李瑞星,等.抑强扶弱推拿法对痉挛型脑性瘫痪儿童上肢功能影响的临床研究[J].中国康复医学杂志,2022,37(1):50-55.
- [4] 秦芳,张现云.颈部功能训练联合手法推拿治疗先天性肌性斜颈临床观察[J].实用中医药杂志,2022,38(4):662-664.
- [5] 杨爱云.捻拨、重拿、牵伸扳手法为主治疗小儿肿块型肌性斜颈的临床疗效观察[D].合肥:安徽中医药大学,2020.
- [6] 匡小霞.基于AMPK调节骨骼肌能量代谢研究按法对激痛点去活化效应机制[D].长沙:湖南中医药大学,2022.
- [7] 江玉婷,李铁浪,李江山,等.推拿按法对慢性激痛点模型大鼠骨骼肌超微结构的影响[J].湖南中医药大学学报,2021,41(1):85-90.
- [8] 蒋全睿.基于RyR对胞内钙的调节研究按法对激痛点去活化效应机制[D].长沙:湖南中医药大学,2022.
- [9] 俞大方.推拿学[M].上海:上海科学技术出版社,1985.
- [10] 于天源.按摩推拿学[M].北京:中国中医药出版社,2015.
- [11] HUANG Q M, YE G, ZHAO Z Y, et al. Myoelectrical activity and muscle morphology in a rat model of myofascial trigger points induced by blunt trauma to the vastus medialis[J]. Acupunct Med,2013,31(1):65-73.
- [12] LIU L, HUANG Q M, LIU Q G, et al. Relationship between muscle spindles and myofascial trigger spots according to Hoffmann reflex pathway and tissue morphology characteristics in a rat model[J]. Acupunct Med,2020,38(2):109-116.

(下转第52页)

- 260-264.
- [6] 岳亚光,檀薇薇,王文川,等.二甲双胍经Nrf2-Gpx4通路抑制铁死亡并减轻非酒精性脂肪性肝病大鼠的肝损伤[J].中国病理生理杂志,2021,37(10):1848-1857.
- [7] JIANG Z, SUN H, MIAO J E, et al. The natural flavone acacetin protects against high-fat diet-induced lipid accumulation in the liver via the endoplasmic reticulum stress/ferroptosis pathway [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2023, 640: 183-191.
- [8] 秦智,周敏.丹参酮II A通过Nrf2信号通路抑制肝组织铁死亡对非酒精性脂肪肝大鼠肝脏的保护作用[J].中国中药杂志,2024,49(6):1611-1620.
- [9] YE Q Y, JIANG Y, WU D, et al. Atractylodin alleviates nonalcoholic fatty liver disease by regulating Nrf2-mediated ferroptosis[J]. *Heliyon*, 2023, 9(7):e18321.
- [10] GAO G, XIE Z S, LI E W, et al. Dehydroabietic acid improves nonalcoholic fatty liver disease through activating the Keap1/Nrf2-ARE signaling pathway to reduce ferroptosis[J]. *J Nat Med*, 2021, 75(3):540-552.
- [11] 江云,高月求,朱明清,等.C57BL/6小鼠非酒精性脂肪肝模型的建立研究[J].蚌埠医学院学报,2018,43(5):573-576.
- [12] GOLABI P, SAYINER M, FAZEL Y, et al. Current complications and challenges in nonalcoholic steatohepatitis screening and diagnosis[J]. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol*, 2016, 10(1):63-71.
- [13] 刘素彤,于中杰,赵文霞.中药治疗非酒精性脂肪性肝病的作用机制[J].临床肝胆病杂志,2021,37(2):458-462.
- [14] 兴安,萨仁高娃.1998—2023年中药治疗非酒精性脂肪性肝病研究文献可视化分析[J].中国中医药图书情报杂志, 2024, 48(2): 158-165.
- [15] 陈睿,刘雪莹,师荟荟,等.中药治疗非酒精性脂肪性肝病的研究进展[J].世界临床药物,2025,46(2):138-142.
- [16] 中华中医药学会脾胃病分会.非酒精性脂肪性肝病中医诊疗专家共识(2023)[J].中国中西医结合消化杂志,2024, 32(1):1-7.
- [17] 彭惠平,杨菊,吴坚芳,等.降脂脉安冲剂治疗非酒精性脂肪性肝病40例临床研究[J].江苏中医药,2014,46(5):32-33.
- [18] 余臣祖,张朝宁,张燕.黄金胶囊通过铁死亡对非酒精性脂肪肝病大鼠的防治作用研究[J].中国现代应用药学, 2024, 41(15):2058-2065.
- [19] BATHISH B, ROBERTSON H, DILLON J F, et al. Nonalcoholic steatohepatitis and mechanisms by which it is ameliorated by activation of the CNC-bZIP transcription factor Nrf2 [J]. *Free Radic Biol Med*, 2022, 188: 221-261. [20] 杨焯,张小波,张永,等.基于Nrf2-GPX4铁死亡轴探讨黄连-红曲对小鼠非酒精性脂肪肝的影响[J].中国实验方剂学杂志,2024,30(20):30-36.
- [21] 侯书鹏.银杏内酯B通过Nrf2/HO-1通路抑制糖尿病大鼠肝损伤机制研究[J].陕西中医,2021,42(8):1005-1009.
- [22] 曹佳岑,张宏坤,赵文,等.血红素氧合酶1调节铁死亡在非酒精性脂肪性肝病中的研究进展[J].中国全科医学, 2024, 27(14):1782-1788.

(收稿日期:2025-05-07 编辑:罗英姣)

(上接第35页)

- [13] 林方政,陈树东,林定坤,等.基于筋骨失衡论慢性筋骨病的辨证分型理念及治疗[J].上海中医药杂志,2021,55(12):6-11.
- [14] 刘迪一.中医“筋”理论研究[D].北京:中国中医科学院,2019.
- [15] 张俊武.新编实用医学词典[M].北京:北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社,1994:886.
- [16] 庞青民,赵欲晓,邵素菊,等.醒脑开窍针刺法通过调控mTOR-EAAT2通路影响脑卒中后痉挛大鼠大脑皮层神经递质代谢[J].中国病理生理杂志,2021,37(11):2001-2007.
- [17] 梁文锐,伍明,杜灿荣,等.不同频率重复经颅磁刺激对脊髓损伤大鼠肌痉挛及运动功能的影响及机制研究[J].按摩与康复医学,2021,12(23):39-41,45.
- [18] 马婧,陈慧敏,张凌韬,等.运动疲劳小鼠皮层-纹状体突触可塑性受损的机制研究[J].中国体育科技,2022,58(1):65-71.
- [19] 马忆南.闭合性软组织损伤造模方法及存在问题的研究[J].中国现代医学杂志,2014,24(3):20-23.
- [20] HUANG Q M, LV J J, RUANSHIQ M, et al. Spontaneous electrical activities at myofascial trigger points at different stages of recovery from injury in a rat model[J]. *Acupunct Med*, 2015, 33(4):319-324.
- [21] 郭少卿,徐基民,马彦韬,等.基于筋膜触发点的研究探讨针灸穴位和经络本质[J].中国针灸,2021,41(6):633-640.
- [22] 杨玉龙,杨文明,汪瀚,等.基于数字化肌肉功能评估系统Myoton PRO探讨肝豆状核变性患者肌张力与临床特征及中医证型的相关性[J/OL].中国实验方剂学杂志,1-8 [2025-03-25].<https://doi.org/10.13422/j.cnki.syfjx.20241896>.
- [23] KURASHINA W, IJIMA Y, SASANUMA H, et al. Evaluation of muscle stiffness in adhesive capsulitis with Myoton PRO[J]. *JSES Int*, 2023, 7(1):25-29.
- [24] 艾珏萍.揉法对兔骨骼肌钝性损伤组织机化期修复相关蛋白Fibronectin、CTGF表达的影响[D].长沙:湖南中医药大学,2021.
- [25] 禾学晶,张巧德,陈颜霞,等.松肌复式推拿对肌肉劳损治疗效果的例证及有关机制探讨[J].实用医药杂志,2018, 35(5):397-399.

(收稿日期:2025-03-26 编辑:蒋凯彪)